

Riesgos: Avenidas 2



Paloma Fernández García
Dpto. Geodinámica. Facultad C.C. Geológicas
Universidad Complutense de Madrid

Cálculo de Caudales Máximos a partir de: *El Método Hidrometeorológico*

$$Q_M = C I A / 360 \quad \text{“Fórmula Racional Modificada”}$$

La fórmula tiene una estructura sencilla, considera parámetros (físicos e hidrogeológicos) de la cuenca de drenaje y factores meteorológicos (precipitación)

Q_M (m³/s) : Caudal Máximo (punta) correspondiente a cada periodo de retorno

C: Coeficiente de escorrentía de la cuenca

I (mm /h): Intensidad máxima de precipitación en el tiempo de concentración de la cuenca

A (Km²): Área de la cuenca drenaje

Válido para cuencas con áreas comprendidas entre 5 y 3.000 Km²

B - Momentos de Avenidas (parámetros de la cuenca)

Coeficiente de Escorrentía (C)

“Porcentaje de lluvia que no se infiltra y se transforma en escorrentía”

Dependerá de las características geológico – morfológicas de la cuenca;
del Umbral de Escorrentía y del Tiempo de Concentración

Umbral de Escorrentía P_o (mm): valor límite de precipitación a partir del cual se inicia la escorrentía.

Tiempo de Concentración de la cuenca : T_c (h)

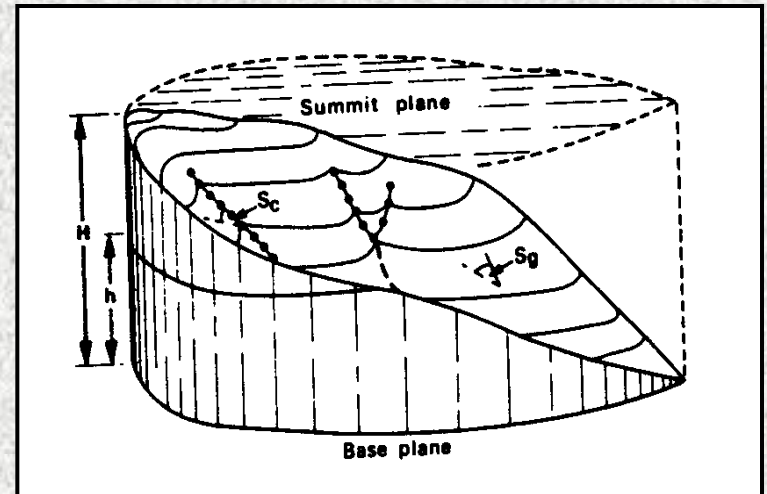
Tiempo máximo que tarda la lluvia en llegar desde el extremo de la cuenca hasta el punto donde se mide el caudal

$$T_c = 0,02 L^{0,77} / J^{0,385}$$

L (Km): Longitud del río principal

J : Pendiente media del río principal:

$$J = H / a$$



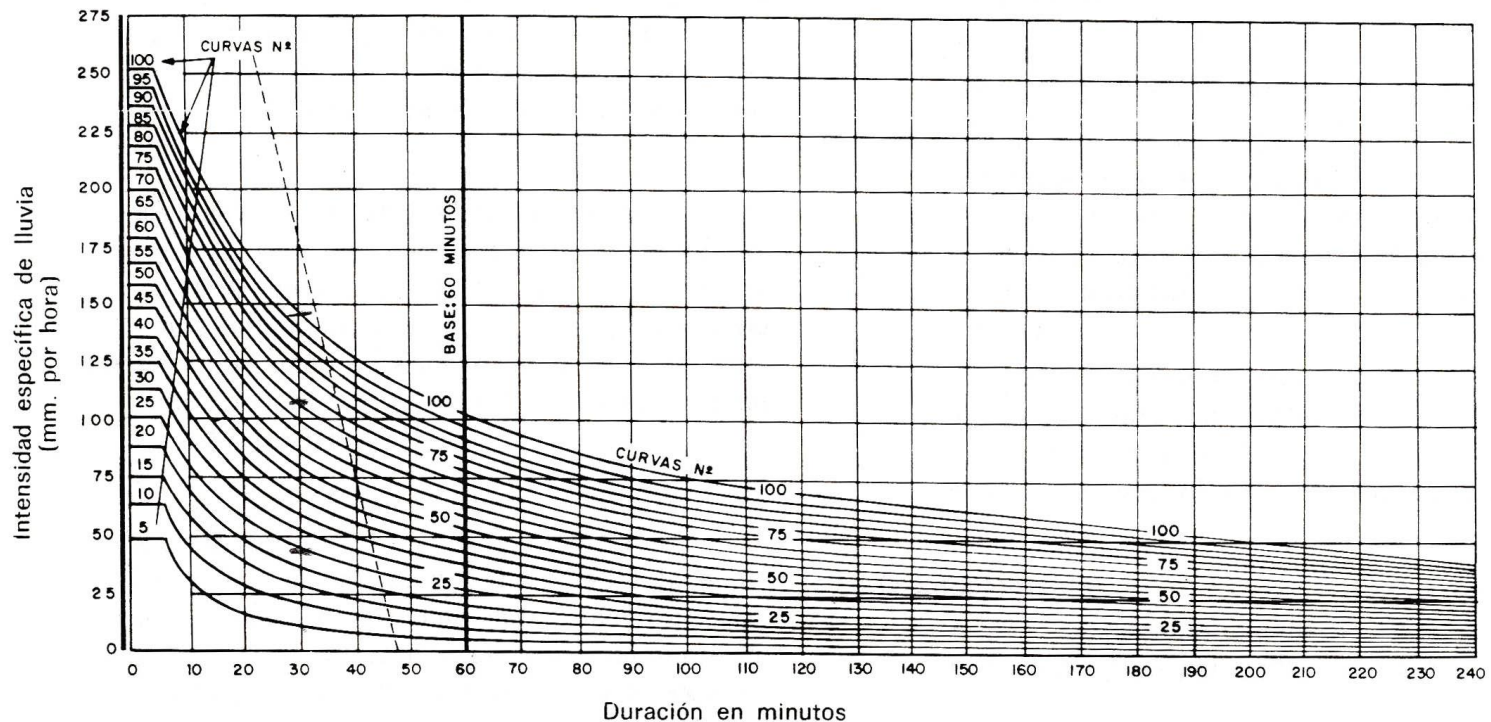
B - Momentos de Avenidas (datos respecto a la precipitación)

I (mm /h): Intensidad máxima de precipitación en el tiempo de concentración de la cuenca

Es el dato más importante y difícil de calcular

Se relaciona con energía cinética del evento lluvioso y con su máxima intensidad en (T_c) de la cuenca

GRAFICO PARA EL CALCULO DE INTENSIDADES ESPECIFICAS DE LLUVIAS EN DISTINTOS TIEMPOS
(Base: una hora)



B - Momentos de Avenidas: determinación áreas inundables

Otras veces, cuando se produce un episodio de avenida, sobre la llanura de Inundación, se conservan rasgos geomorfológicos (de erosión y de depósito) que permiten calcular la altura y extensión de los efectos del desbordamiento: áreas inundables

El cálculo del Caudal máximo, se infiere a través de la altura y extensión de la lámina de agua (sección del desbordamiento que caracteriza a la inundación en ese punto) , que multiplicada por la velocidad punta, nos proporcionaría la estimación de dicho caudal

$$Q = A * V$$

Requisitos: trabajos de reconocimiento en el campo de los lugares afectados, cartografía de los datos



Extensión de la inundación

Paloma Fernández García



Altura alcanzada

La estimación de “áreas inundables” se realiza atendiendo a diferentes metodologías, que siguen distintos criterios:

1. Estudio de series de precipitaciones históricas (paleohidrología) y estimación de los caudales máximos asociados.
Documentación histórica (hemerotecas y archivos)
Marcas o testigos del nivel del agua en edificios u obras civiles
2. Estudio e interpretación de los efectos de la avenida, a través de los “Indicadores Geomorfológicos” presentes en la Llanura y en el mismo cauce
3. Utilización de formulaciones combinadas, como la de Manning, que resuelve de forma aproximada el cálculo del Caudal máximo, a partir de las expresiones (1) y (7)

$$Q_{\max} = (A / n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Valorando parámetros intrínsecos del canal (n, R, etc)



Fotografía: Esperanza Montero

- 2 - Efectos geomorfológicos y depósitos de las Inundaciones:**
Indicadores Geomorfológicos: los datos deben tener un tratamiento estadístico y posteriormente encontrar un modelo matemático
- **Presencia de elementos lineales (restos alineados)**
 - **Sobreexcavación en el lecho del cauce (roca) o en la Llanura de Inundación: pozas, marmitas, hoyas**
 - **Escarpes en el cauce (erosión lateral) y márgenes**
Erosión en superficies armadas
Erosión en infraestructuras o viviendas
 - **Erosión en barras interiores y segregación del material aguas abajo.**
Presencia de cantos imbricados
 - **Lóbulos de derrame sobre la Llanura**
 - **Estudios dendrocronológicos. Marcas de impacto y truncamientos en ramas de árboles.**





**Indicadores geomorfológicos:
Erosivos y de depósito**

Paloma Fernández García

Medida de la extensión inundada:

**Depósitos de desbordamiento en lámina
A la izquierda sección de la rambla**





Erosión en las márgenes del cauce y arranque de raíces

Paloma Fernández García

Formas de ruptura en árboles



El estudio dendrocronológico
permite obtener frecuencias
recientes que puedan
extrapolarse a avenidas de
Periodos más altos





**Medidas de alturas donde se localizan
las formas de erosión:**

Pozas, marmitas y pilas (Guadiana)

Paloma Fernández García



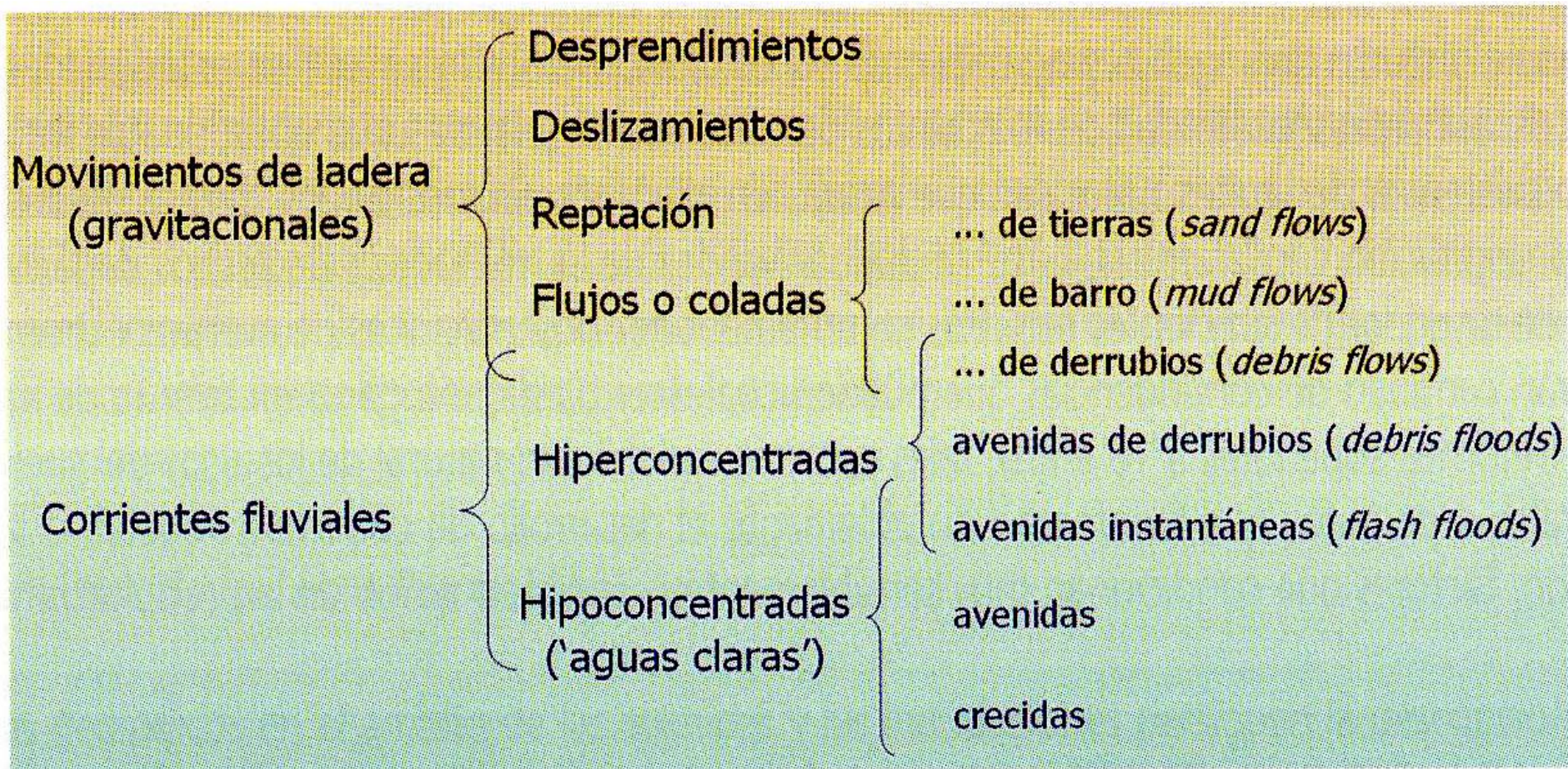
Las Avenidas Instantáneas se presentan en cuencas de montaña y se caracterizan por una dinámica de tipo torrencial definida básicamente por la presencia de flujos hiperconcentrados

Ej: Avenida de Biescas (Huesca), Avenida de Venero Claro (Ávila) etc

Características Generales:

- **Hidrográmas apuntados (curva de ascenso de fuerte pendiente y corto tiempo de crecida)**
- **Sustrato impermeable (granitos) con zonas de meteorización (lehn)**
- **Buena Circularidad de la cuenca de drenaje**
- **Elevada densidad de drenaje para los ríos de orden 1**
- **Canales estrechos y próximos entre sí**
- **Fuerte gradiente de pendiente para toda la cuenca y para el propio canal**
- **Laderas con pendientes próximas al punto crítico de estabilidad de materiales**
- **Estrechamiento en el punto de salida**

Relación entre los Procesos Fluviales y los Movimientos en Masa



¿Que son los Flujos Hiperconcentrados?

Los flujos hiperconcentrados (corrientes de derrubios) representan la transición entre los fluidos newtonianos (hídricos) y los no newtonianos (plásticos)

Los flujos hídricos presentan un escaso volumen de carga sólida (40%) y la deformación (incremento de velocidad) es directamente proporcional al esfuerzo

Flujos plásticos:

Presentan una matriz de grano fino (elevada cohesión) y resistencia suficiente para servir de soporte estructural a bloques y cantos

Resultado: depósito masivo, sin estructuras ni ordenamiento, capaz de arrancar y transportar bloques de gran tamaño



**Colonia
de verano**

Fondo Aluvial

Diques

**Cuenca de drenaje de Venero Claro, tomada desde su cabecera en
la línea de cumbres de la Sierra de Gredos**

Paloma Fernández García

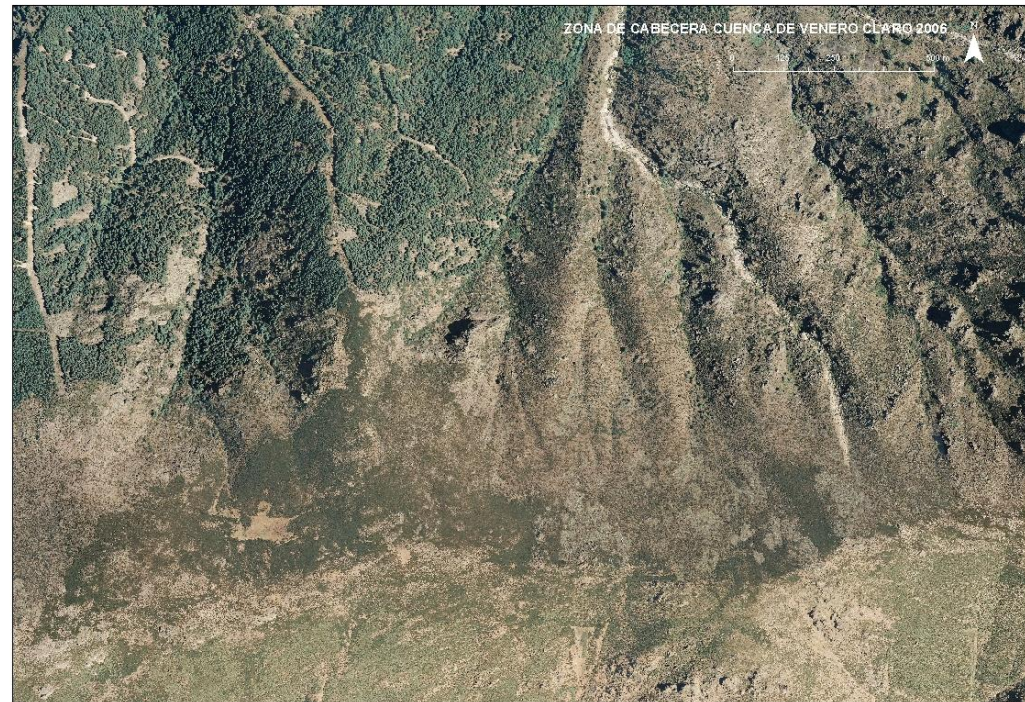


**Aspecto de los Canchales
situados en la cabecera
de la cuenca torrencial**

**En ellos tienen lugar
Deslizamientos planares**

**Ortofoto (2006) de la
cabecera de la cuenca de
drenaje, Avila**

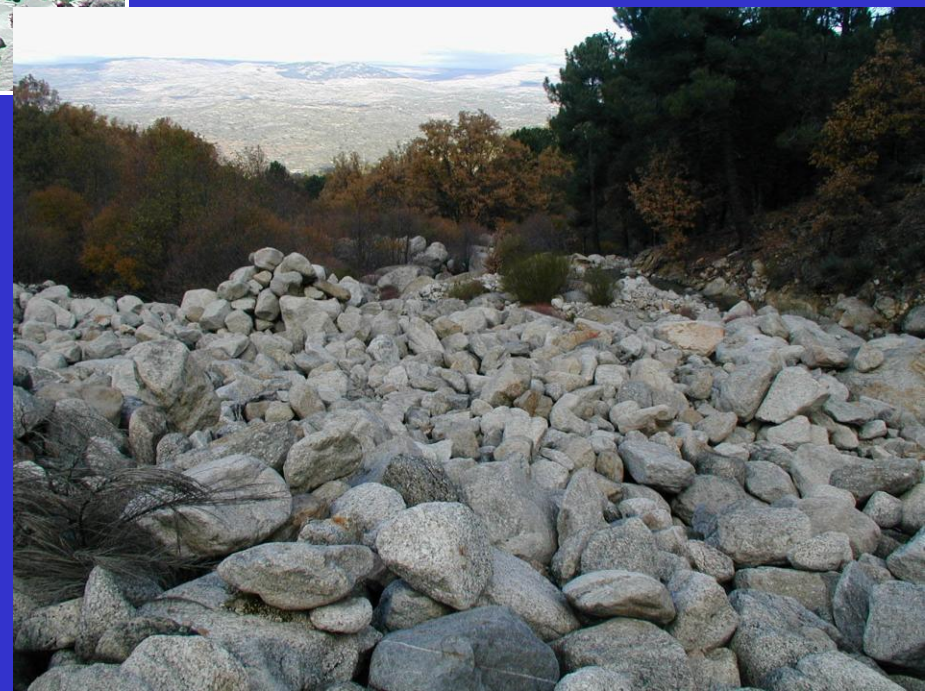
Paloma Fernández García





**Fondo Aluvial, rápidos
y pozas**

Material de los Diques



Resumen de los Procesos que desencadenaron la avenida relámpago de Venero Claro (1997), después de un importante registro de lluvias y momentos de deshielo

En la Cabecera y en la Cuenca

- **Reactivación de algunos deslizamientos planares en los canchales de las laderas, que suministraron una importante carga sólida a los cauces existentes**
- **Esta carga sólida se vio incrementada por los materiales arrancados de las márgenes del propio cauce hasta el punto de adquirir propiedades de flujos hiperconcentrados**
- **La red de drenaje sufre desbordamientos, con formación y recrecimientos de diques y lóbulos de derrame. Frecuentes Avulsiones**
- **En la zona de salida y después de salvar un estrechamiento constituido por un relieve residual, se producen conos de deyección**
- **La Precipitación umbral estimada para este evento fué del orden de 185 mm / h. (Precipitación calculada teóricamente a partir de modelos hidrogeomorfológicos)**

